

特開平11-220797

(43)公開日 平成11年(1999)8月10日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

FI

H04S 1/00

H04S 1/00

L

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平10-22217

(22)出願日 平成10年(1998)2月3日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 栗栖 博史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

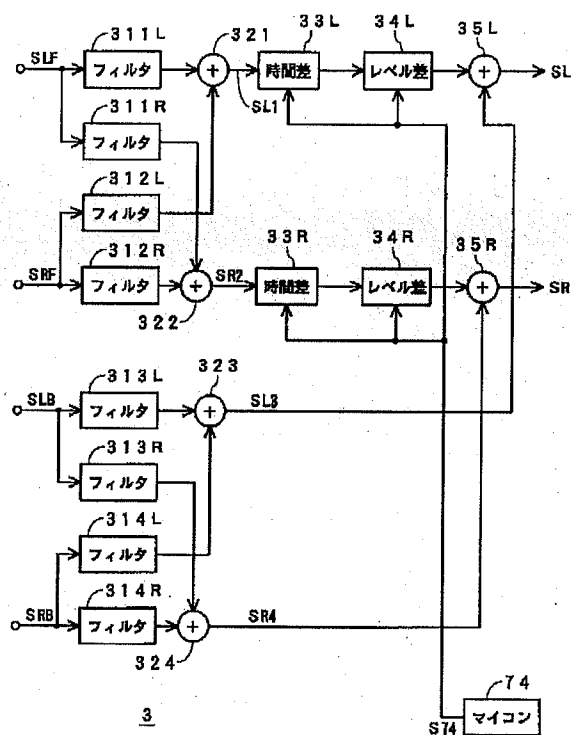
(74)代理人 弁理士 佐藤 正美

(54)【発明の名称】 ヘッドホン装置

(57)【要約】

【課題】 サラウンド感の良好な多チャンネルステレオ再生音場をヘッドホンにより再現する。

【解決手段】 4チャンネルの入力オーディオ信号に所定の信号処理を行う信号処理回路3と、この信号処理回路の出力信号が供給されるヘッドホンと、リスナの頭の回転を検出する検出手段とを設ける。信号処理回路3には、4チャンネルの入力オーディオ信号に、音源から左耳および右耳までの頭部伝達関数を時間領域に変換したインパルス応答を畳み込むデジタルフィルタ311L～314Rと、時間差の付加回路33L、33Rと、レベル差の付加回路34L、34Rとを設ける。付加回路33L～34Rにおいて、これを通じる信号の時間差およびレベル差を検出手段の検出出力にしたがって制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数Nチャンネルの入力オーディオ信号に所定の信号処理を行う信号処理回路と、この信号処理回路の出力信号が供給されるヘッドホンと、このヘッドホンに設けられてこのヘッドホンの装着者の頭部の回転を検出する検出手段と、この検出手段の検出出力を処理して所定の制御データを出力する回路とを有し、上記信号処理回路は、上記Nチャンネルの入力オーディオ信号に、これら入力オーディオ信号を定位させる位置に置かれたN個の音源から左耳および右耳までの頭部伝達関数を時間領域に変換したインパルス応答を畳み込む2N個のデジタルフィルタと、上記Nチャンネルのうち、前方チャンネルであるM ($M \leq N$) チャンネルに対応する2M個のデジタルフィルタの出力を、左チャンネル同士および右チャンネル同士それぞれ加算する第1の1対の加算回路と、第2の1対の加算回路と、上記第1の1対の加算回路と、上記第2の1対の加算回路との間に接続した1対の時間差の付加回路と、上記第1の1対の加算回路と、上記第2の1対の加算回路との間に、上記1対の時間差の付加回路とは直列に接続した1対のレベル差の付加回路と、上記Nチャンネルのデジタルフィルタのうち、残る($N - M$)チャンネルに対応する2($N - M$)個のデジタルフィルタの出力を、左チャンネル同士および右チャンネル同士それぞれ加算する第3の1対の加算回路とを有し、上記第3の1対の加算回路の出力信号を上記第2の1対の加算回路に供給して、上記1対の時間差の付加回路および上記1対のレベル差の付加回路を通じた信号と、上記第2の1対の加算回路に供給して左チャンネル同士および右チャンネル同士とを、それぞれ加算し、上記1対の時間差の付加回路において、これを通じる信号の時間差を上記制御データにしたがって制御し、上記1対のレベル差の付加回路において、これを通じる信号のレベル差を上記制御データにしたがって制御し、上記第2の1対の加算回路の出力を上記信号処理回路の出力信号として上記ヘッドホンに供給するようにしたヘッドホン装置。

【請求項2】請求項1に記載のヘッドホン装置において、上記入力オーディオ信号は、多チャンネルの信号を2チャンネル化した信号あるいは音声圧縮およびデジタル化した信号とされ、上記信号処理回路の前段に、上記入力オーディオ信号を上記多チャンネルのオーディオ信号に変換するデコード回路を設けるようにしたヘッドホン装置。

【請求項3】請求項1に記載のヘッドホン装置において、

上記入力オーディオ信号は、多チャンネルの信号を1チャンネル化した信号とされ、上記信号処理回路の前段に、上記入力オーディオ信号を上記多チャンネルのオーディオ信号に変換するデコード回路を設けるようにしたヘッドホン装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、多チャンネルオーディオ信号を再生するためのヘッドホン装置に関する。

【0002】

【従来の技術】映画などの映像に伴うオーディオ信号は多チャンネル化され、スクリーンの左右両側に置かれたスピーカと、リスナの左右後方あるいは左右両側に置かれたスピーカとによって再生されることを想定して記録されている。これによると、映像中の音源の位置と、実際に聞こえてくる音像の位置とが一致し、さらに自然な広がりをもった音場が確立される。

【0003】しかし、そのようなオーディオ信号もヘッドホンを使用して鑑賞すると、音像は頭の中に定位し、映像の方向と音像の定位位置とが一致せず、極めて不自然な音像の定位となってしまう。

【0004】また、映像を伴わない音楽などを鑑賞する場合も同様で、スピーカ再生の場合と異なり、音が頭の中から聞こえ、やはり不自然な音場再生となってしまう。

【0005】そこで、リスナの前方に置かれたスピーカからリスナの左耳および右耳までの頭部伝達関数(インパルス応答)をあらかじめ測定あるいは計算し、これをデジタルフィルタによりオーディオ信号に畳み込み、その結果のオーディオ信号をヘッドホンに供給するという方法が考えられている。この方法によれば、音像は頭外に定位するようになり、スピーカ再生の場合に近い音場を再現することができる。

【0006】しかし、この方法によると、音像は頭外に定位するようになるが、リスナが頭の向きを変えたとき、音像が頭の動きと一緒に移動するので、映像を伴う場合、その映像の方向と音像の方向との間にずれを生じてしまい、不自然な音像定位となってしまう。

【0007】そこで、さらに、リスナの頭の動きを検出して頭の動きに応じてデジタルフィルタの係数を更新し、音像の方向を聴取環境に対して固定する方法が考えられている。この方法によれば、音像は頭の中に定位することもなく、また、頭を動かしても、音像は移動しないので、スピーカの再生する音像とほぼ同等の音像を得ることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のよう

な頭の動きに対する処理を行うと、実験によれば、音像の定位がシャープになり、音の方向感が明確になる反面、サラウンド感の特徴であるリスナを取り巻く圍繞感が損なわれてしまい、サラウンド信号には不向きであった。

【0009】また、デジタルフィルタの係数を頭の動きにしたがって更新する場合には、頭が少しでも動けば、そのたびに直ちにデジタルフィルタの係数を更新しなければならないので、高速の積和演算回路やメモリが多数必要になってしまう。したがって、回路規模が大きくなってしまふとともに、極めて高価なシステムになってしまう。

【0010】この発明は、以上のような問題点を解決しようとするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】このため、この発明においては、複数Nチャンネルの入力オーディオ信号に所定の信号処理を行う信号処理回路と、この信号処理回路の出力信号が供給されるヘッドホンと、このヘッドホンに設けられてこのヘッドホンの装着者の頭部の回転を検出する検出手段と、この検出手段の検出出力を処理して所定の制御データを出力する回路とを有し、上記信号処理回路は、上記Nチャンネルの入力オーディオ信号に、これら入力オーディオ信号を定位させる位置に置かれたN個の音源から左耳および右耳までの頭部伝達関数を時間領域に変換したインパルス応答を畳み込む2N個のデジタルフィルタと、上記Nチャンネルのうち、前方チャンネルであるM ($M \leq N$) チャンネルに対応する2M個のデジタルフィルタの出力を、左チャンネル同士および右チャンネル同士それぞれ加算する第1の1対の加算回路と、第2の1対の加算回路と、上記第1の1対の加算回路と、上記第2の1対の加算回路との間に接続した1対の時間差の付加回路と、上記第1の1対の加算回路と、上記第2の1対の加算回路との間に、上記1対の時間差の付加回路とは直列に接続した1対のレベル差の付加回路と、上記Nチャンネルのデジタルフィルタのうち、残る(N-M)チャンネルに対応する2(N-M)個のデジタルフィルタの出力を、左チャンネル同士および右チャンネル同士それぞれ加算する第3の1対の加算回路とを有し、上記第3の1対の加算回路の出力信号を上記第2の1対の加算回路に供給して、上記1対の時間差の付加回路および上記1対のレベル差の付加回路を通じた信号と、上記第2の1対の加算回路に供給して左チャンネル同士および右チャンネル同士とを、それぞれ加算し、上記1対の時間差の付加回路において、これを通じる信号の時間差を上記制御データにしたがって制御し、上記1対のレベル差の付加回路において、これを通じる信号のレベル差を上記制御データにしたがって制御し、上記第2の1対の加算回路の出力を上記信号処理回路の出力信号として上記ヘッドホンに供給するようにしたヘッド

ホン装置とするものである。したがって、多チャンネルのオーディオ信号がスピーカ再生の場合と同等なオーディオ信号に変換されてからヘッドホンに供給されて音響に変換される。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は、この発明によるヘッドホン装置の一形態を示すもので、これは、ヘッドホンアダプタ10と、その出力信号の供給されるヘッドホン6と、リスナの頭の向きの検出回路70とから構成される。また、符号SLF、SRF、SLB、SRBは4チャンネルのオーディオ信号であり、これら信号SLF、SRF、SLB、SRBは、リスナの左前方、右前方、左後方および右後方に配置されたスピーカにそれぞれ供給されたとき、4チャンネルステレオの再生音場を実現するものである。

【0013】そして、ヘッドホンアダプタ10において、オーディオ信号SLF～SRBが、入力端子11～14を通じてA/Dコンバータ回路21～24に供給されてA/D変換され、このA/D変換後のオーディオ信号SLF～SRBが、例えばDSPにより構成されたデジタル処理回路3に供給される。このデジタル処理回路3の詳細については後述するが、これは、オーディオ信号SLF～SRBをヘッドホン6により再生してもスピーカで再生した場合に近い音場が得られるようなオーディオ信号SL、SRに変換するものである（この時点では、オーディオ信号SLF～SRB、SL、SRはデジタル信号であるが、記載が煩雑になるので、アナログ信号であるとみなして記載している。以下同様）。

【0014】そして、これら信号SL、SRが、D/Aコンバータ回路4L、4Rに供給されてD/A変換され、このD/A変換後のオーディオ信号SL、SRが、ヘッドホンアンプ5L、5Rを通じてヘッドホン6の左および右の音響ユニット（電気・音響変換素子）6L、6Rに供給される。なお、音響ユニット6L、6Rは、ヘッドホン6を装着したとき、音響ユニット6L、6Rをリスナの左右の耳の位置に保持するように、バンド61により連結されている。

【0015】さらに、頭の向きの検出回路70が次のように構成される。すなわち、ヘッドホン6の例えばバンド61に回転角速度センサ71が設けられるとともに、その出力信号が検出回路72に供給されて、リスナが頭を回転させたときの角速度が検出され、その検出信号S72がA/Dコンバータ回路73に供給されてデジタルの検出信号S72にA/D変換され、このA/D変換後の検出信号S72がマイクロコンピュータ74に供給される。

【0016】そして、マイクロコンピュータ74において、検出信号S72が所定の時間ごとにサンプリングされた後に積分されてリスナの頭の向きを示す角度のデータに変換されるとともに、この角度のデータから実際に音像を定位させるための制御データの信号S74が作成さ

れ、この信号S74がデジタル処理回路3に制御信号として供給される。

【0017】次に、デジタル処理回路3について説明する。なお、ここでは、デジタル処理回路3をディスクリートの回路により構成した場合である。

【0018】今、図2に示すように、リスナMの左前方および右前方に音源SPL、SPRを配置し、これら音源SPL、SPRにより、頭外の任意の位置に音源SP

$$SPL = (HXL \times HRR - HXR \times HRL) / (HLL \times HRR - HLR \times HRL) \times SPX \quad \dots (1)$$

$$SPR = (HXR \times HLL - HXL \times HLR) / (HLL \times HRR - HLR \times HRL) \times SPX \quad \dots (2)$$

のように表すことができる。

【0019】したがって、音源SPXに対応する入力オーディオ信号SXを、(1)式の伝達関数部分を実現するフィルタを通じて音源SPLの位置に配置したスピーカに供給するとともに、信号SXを(2)式の伝達関数部分を実現するフィルタを通じて音源SPRの位置に配置したスピーカに供給すれば、音源SPXの位置にオーディオ信号SXによる音像を定位させることができる。

【0020】そこで、デジタル処理回路3は、例えば図3に示すように、FIR型のデジタルフィルタ311L～314L、311R～314Rと、時間差の付加回路33L、33Rと、レベル差の付加回路34L、34Rなどから構成することができる。

【0021】すなわち、A/Dコンバータ回路21、22からのオーディオ信号SLF、SRFが、デジタルフィルタ311L、312Rを通じて加算回路321、322に供給されるとともに、デジタルフィルタ311R、312Lを通じて加算回路322、321に供給される。そして、このとき、デジタルフィルタ311L～312Rの伝達関数が上述の考えにしたがって所定の値に設定され、オーディオ信号SLF、SRFに対して、(1)、(2)式の伝達関数部分と同様の伝達関数を時間軸に変換したインパルス応答が畳み込まれ、その処理結果の信号が、加算回路321、322から左前方および右前方チャンネルのオーディオ信号SL1、SR2として取り出される。

【0022】そして、これらオーディオ信号SL1、SR2が、時間差の付加回路33L、33Rおよびレベル差の付加回路34L、34Rを通じて加算回路35L、35Rに供給される。

【0023】また、A/Dコンバータ回路23、24からのオーディオ信号SLB、SRBが、デジタルフィルタ313L、314Rを通じて加算回路323、324に供給されるとともに、デジタルフィルタ313R、314Lを通じて加算回路324、323に供給される。そして、このとき、デジタルフィルタ313L～314Rの伝達関数が上述の考えにしたがって所定の値に設定され、オーディオ信号SLB、SRBに対して、(1)、(2)式の伝達関数部分と同様の伝達関数を時間軸に変換したイ

Xを等価的に再現する場合を考える。そして、

HLL：音源SPLからリスナMの左耳に至る伝達関数

HLR：〃 〃 〃 右耳 〃

HRL：音源SPRからリスナMの左耳に至る伝達関数

HRR：〃 〃 〃 右耳 〃

HXL：音源SPXからリスナMの左耳に至る伝達関数

HXR：〃 〃 〃 右耳 〃

とすると、音源SPL、SPRは、

ンパルス応答が畳み込まれ、その処理結果の信号が、加算回路323、324から左後方および右後方チャンネルのオーディオ信号SL3、SR4として取り出される。そして、これらオーディオ信号SL3、SR4が加算回路35L、35Rに供給される。

【0024】こうして、加算回路35Lにおいて、左前方チャンネルの信号SL1と、左後方チャンネルの信号SL3とが加算されて左チャンネルの信号SLが取り出され、加算回路35Rにおいて、右前方チャンネルの信号SR2と、右後方チャンネルの信号SR4とが加算されて右チャンネルの信号SRが取り出される。そして、これら信号SL、SRが、図1に示すように、ヘッドホン6の音響ユニット6L、6Rに供給される。

【0025】したがって、オーディオ信号SL、SRがヘッドホン6に供給されたとき、オーディオ信号SLF～SRBが4つのスピーカに供給されたときとほぼ同等の音像が再現され、4つのスピーカの場合と同等の再生音場が実現される。

【0026】ただし、これだけでは、デジタルフィルタ311L～314Rの係数が固定なので、ヘッドホン6により再現された音像の定位位置は、リスナMに対して固定され、上述のように、リスナMが頭を動かすと、音像も一緒に動いてしまう。

【0027】そこで、上述のように検出回路70が設けられ、マイクロコンピュータ74からの信号S74により、付加回路33L～34Rの付加する時間差およびレベル差が制御される。すなわち、付加回路33L、33Rは例えば可変遅延回路により構成され、付加回路34L、34Rは例えば可変利得回路により構成される。

【0028】そして、例えばリスナMの前方に音源があるとき、リスナMが右を向けば、左耳に入射する音波の時間遅れは小さくなるとともに、レベルは大きくなるので、付加回路33Lの特性は、図4において折れ線Bで示すように制御され、付加回路34Lの特性は、図5において曲線Cで示すように制御される。また、左耳と右耳とは立場が逆なので、付加回路33Rの特性は、図4において折れ線Aで示すように制御され、付加回路34Rの特性は、図5において曲線Dで示すように制御され

る。なお、デジタルフィルタ311L~314Rの係数は、リスナMが正面を向いているときの値に固定される。

【0029】したがって、リスナMが頭の向きを変えると、その向きに対応して前方チャンネルの信号SL1、SR2の時間差およびレベル差が図4および図5に示すように変化するので、ヘッドホン6により形成される音像のうち、リスナMの前方に定位する音像は頭の向きにかかわらず外界の固定した場所に定位することになる。

【0030】また、後方チャンネルの信号SL3、SR4には、頭の動きに対する時間差およびレベル差の処理を行っていないが、リスナMの後方に音像を定位させることは、リスナMの前方に音像を定位させることに比べ比較的容易であり、デジタルフィルタ313L~314Rによって信号SL3、SR4にインパルス応答を畳み込むだけで音像を頭外の後方に定位させることができる。したがって、後方チャンネルの信号SL3、SR4の処理については、時間差付およびレベル差の処理を省略することが可能となり、これによって困繞感を損なうことなく、リスナMの頭外の後方に音像を定位させることができる。

【0031】さらに、このヘッドホン装置においては、頭の動きに対するデジタルフィルタ311L~312Rの係数の変化を、オーディオ信号SL1、SR2に対する時間差およびレベル差の変更で代行ないしシミュレートするようにしているので、回路規模を大幅に簡略化することができるとともに、コストの上昇を抑えることができる。

【0032】図6は、ヘッドホン装置を多チャンネルのオーディオ信号源に接続できるようにした場合である。

【0033】すなわち、図6において、符号900は、デジタルオーディオ信号源を示し、この例においては、信号源900はDVDプレーヤである。そして、このDVDプレーヤ900からは、例えばドルビーデジタル(AC-3)におけるいわゆる5.1チャンネルのデジタルオーディオ信号SDAが取り出される。

【0034】このデジタルオーディオ信号SDAは、左前方、中央前方、右前方、左後方、右後方および120Hz以下の低域の6チャンネルのデジタルオーディオ信号SLF、SCF、SRF、SLB、SRB、SLOWが、1つのシリアルデータ(ビットストリーム)にエンコードされた信号である。また、一般には、この信号SDAが、専用アダプタに供給されてもとの6チャンネルのオーディオ信号SLF~SLOWにデコードおよびD/A変換され、その信号SLF~SLOWがそれぞれのスピーカに供給されて再生音場が形成されるものである。

【0035】そして、そのような信号SDAが、プレーヤ900から同軸ケーブル901を通じてヘッドホン装置のデコード回路2に供給されてそれぞれのオーディオ信号SLF~SLOWにデコードされ、これらオーディオ信号SLF~SLOWがデジタル処理回路3に供給される。

【0036】このデジタル処理回路3は、ディスクリート回路により構成した場合、例えば図7に示すように構成される。すなわち、中央前方チャンネルのオーディオ信号SCFを中央前方のスピーカに供給して再生される音像は、左前方および右前方のスピーカにより再現することができる。また、低域チャンネルのオーディオ信号SLOWは周波数が低いので、この信号SLOWにより形成される音像は、一般に方向感を伴わない。

【0037】そこで、図7に示す処理回路3においては、デコード回路2からのデジタルオーディオ信号SLF、SRFが、加算回路311、312を通じてデジタルフィルタ311L~312Rに供給されるとともに、デコード回路2からのデジタルオーディオ信号SCFが減衰回路31Cを通じて加算回路311、312に供給され、オーディオ信号SCFはオーディオ信号SLF、SRFに分配される。

【0038】また、デコード回路2からのデジタルオーディオ信号SLB、SRBが、加算回路313、314を通じてデジタルフィルタ313L~314Rに供給されるとともに、デコード回路2からのデジタルオーディオ信号SLOWが減衰回路31Wを通じて加算回路311~314に供給され、オーディオ信号SLOWはオーディオ信号SLF~SRBに分配される。なお、フィルタ311L~314Rから後段は、図3と同様に構成される。

【0039】したがって、このヘッドホン装置によれば、6チャンネルのオーディオ信号SLF~SLOWを6つのスピーカに供給したときに得られる音場とほぼ同等の音場を、ヘッドホン6により再現することができる。

【0040】そして、その場合、DVDプレーヤ900とヘッドホン装置との接続は、ケーブル901の1本だけでよく、接続が簡単である。また、DVDプレーヤ900により再生されたデジタルオーディオ信号SDAを、アナログオーディオ信号にD/A変換しないで、そのままヘッドホン装置に供給して音場再生を実現しているので、音質の劣化を回避することができる。

【0041】なお、上述において、リスナMの頭の向きを検出する回転角センサ71は、圧電振動ジャイロや地磁気方位センサとすることができる。あるいは、リスナMの前方あるいは周囲に発光手段を配置するとともに、ヘッドホン6に少なくとも2個の光強度センサを設け、これら光強度センサの出力比によりリスナMの頭の回転角を算出することもできる。

【0042】また、ヘッドホン6上の離れた2か所に設けられた超音波センサにより、リスナMの前方あるいは周囲の超音波発振器から出力されるバースト状の超音波を受音して受信信号に変換し、この受信信号の時間差からヘッドホン6の回転角を算出することもできる。

【0043】

【発明の効果】この発明によれば、多チャンネルのオーディオ信号をスピーカに供給してオーディオ再生を行う

場合と同等の再生音場を、ヘッドホンにより実現することができるとともに、そのとき、音像の定位が適切になり、サラウンド感の特徴であるリスナMを取り巻く圍繞感を損なうことがない。

【0044】また、回路規模を大幅に簡略化することができるとともに、コストの上昇を抑えることができる。

【0045】さらに、DVDプレーヤなどのデジタルオーディオ信号源との接続は、1本のケーブルとすることができ、接続が簡単であるとともに、信号源からのデジタルオーディオ信号をそのまま供給することができ、音質の劣化を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一形態を示す系統図である。

【図2】この発明を説明するための平面図である。

【図3】この発明に使用できる回路の一形態を示す系統図である。

図である。

【図4】この発明を説明するための特性図である。

【図5】この発明を説明するための特性図である。

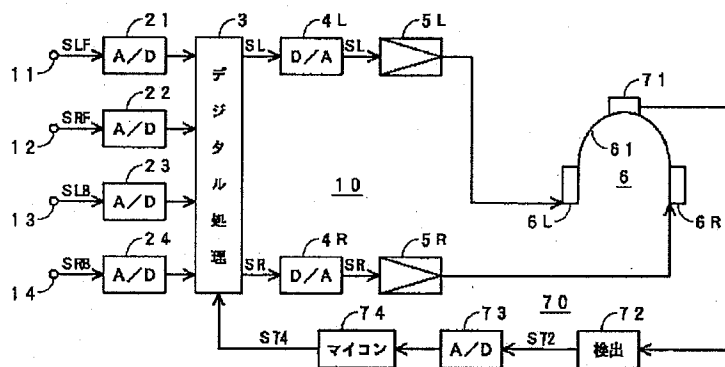
【図6】この発明の他の形態を示す系統図である。

【図7】この発明の他の形態の一部を示す系統図である。

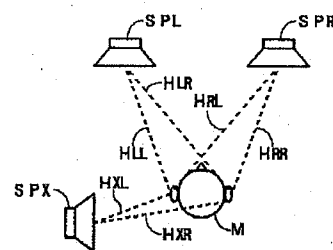
【符号の説明】

3…デジタル処理回路、4Lおよび4R…D/Aコンバータ回路、6…ヘッドホン、6Lおよび6R…音響ユニット、11～14…入力端子、21～24…A/Dコンバータ回路、33Lおよび33R…時間差の付加回路、34Lおよび34R…レベル差の付加回路、70…検出回路、71…回転角速度センサ、72…検出回路、73…A/Dコンバータ回路、74…マイクロコンピュータ、311L～314R…デジタルフィルタ

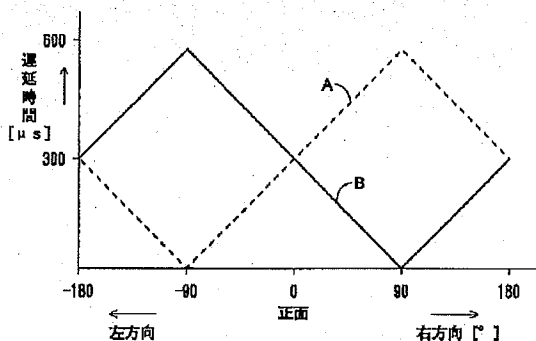
【図1】



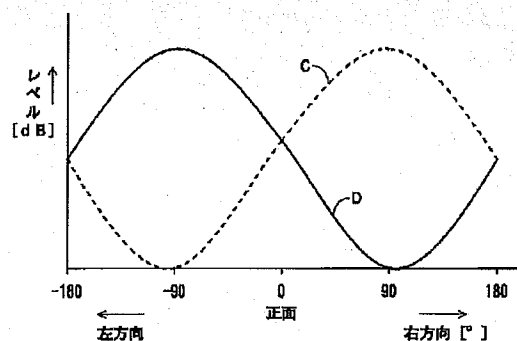
【図2】



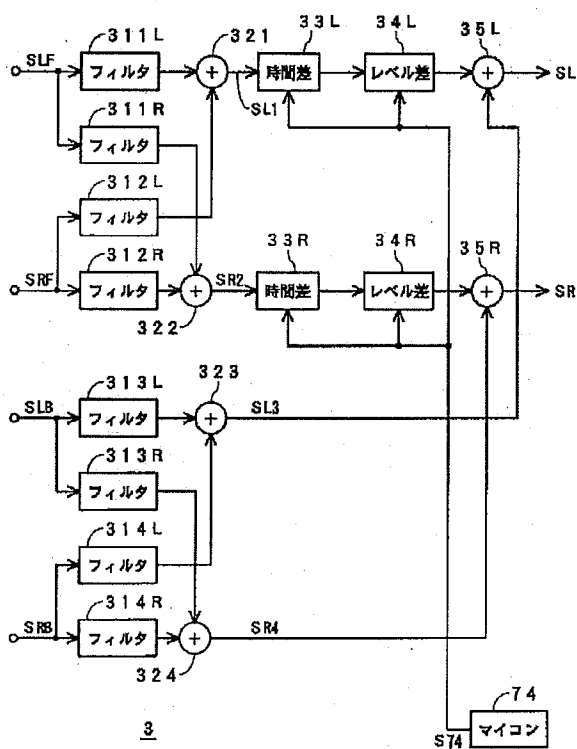
【図4】



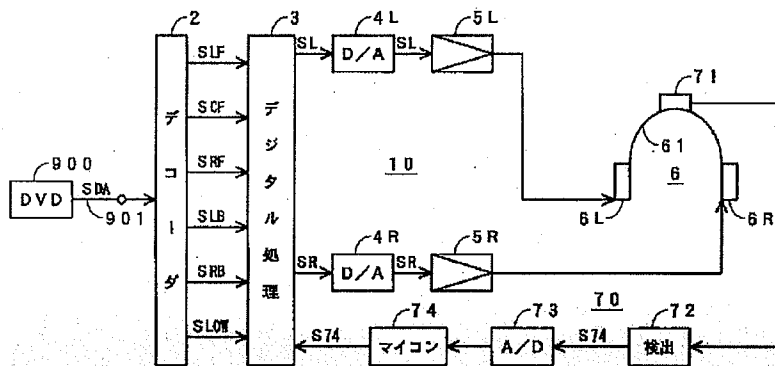
【図5】



【図3】



【図6】



【図7】

